



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B62D 29/00, 25/04, C22C 1/08</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/64287</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. Dezember 1999 (16.12.99)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03832</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Juni 1999 (02.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:            198 25 603.5 9. Juni 1998 (09.06.98) DE            198 48 632.4 22. Oktober 1998 (22.10.98) DE         </p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): M.I.M. HÜTTENWERKE DUISBURG GMBH [DE/DE]; Richard-Seiffert-Strasse 20, D-47249 Duisburg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): SCHNEIDER, Wolf-Dieter [DE/DE]; Mainstrasse 9, D-45219 Kettwig (DE).</p> <p>(74) Anwälte: GESTHUYSEN, Hans, Dieter usw.; Postfach 10 13 54, D-45013 Essen (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ; MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Title: METHOD FOR REINFORCING A CAVITY OF A MOTOR VEHICLE STRUCTURAL MEMBER</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER VERSTÄRKUNG IN EINEM HOHLRAUM EINES KFZ-BAUTEILS</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a method for reinforcing a cavity (3) of a preferably galvanized motor vehicle structural member, especially an A-pillar (2), a B-pillar, a C-pillar, a D-pillar, an engine support, a rear end support, a roof cross member, a roof pillar, a frame part, a chassis part or the like. The cavity (3) is at least partially foamed with a metallic foam (4) such that after setting, the cavity (3) is reinforced by the metallic foam (4), especially in order to increase the structural member's resistance to buckling and/or to increase the energy absorption of said structural member and/or to reduce the weight of the structural member. According to the invention, zinc or at least one zinc alloy is used as a metal of the metallic foam (4).</p>			

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Verstärkung in einem Hohlraum (3) eines vorzugsweise verzinkten Kfz-Bauteils, insbesondere einer A-Säule (2), einer B-Säule, einer C-Säule, einer D-Säule, eines Motorträgers, eines Heckträgers, eines Dachquerträgers, eines Dachholmes, eines Rahmenteils, eines Fahrwerksteils o.dgl., wobei der Hohlraum (3) mit einem Metallschaum (4) zumindest teilweise ausgeschäumt wird, so daß sich nach dem Erstarren eine aus dem Metallschaum (4) bestehende Verstärkung in dem Hohlraum (3) insbesondere zur Erhöhung der Knicksteifigkeit des Bauteils und/oder der Energieaufnahme des Bauteils und/oder zur Gewichtsreduzierung des Bauteils ergibt. Erfundungsgemäß ist vorgesehen, daß als Metall des Metallschaums (4) Zink oder wenigstens eine Zink-Legierung verwendet wird.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Verfahren zur Herstellung einer Verstärkung in einem Hohlraum eines Kfz-Bauteils

Die Erfinlung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Verstärkung in ei-  
5 nem Hohlraum eines vorzugsweise verzinkten Kfz-Bauteils, insbesondere ei-  
ner A-Säule, B-Säule, einer C-Säule, einer D-Säule, eines Motorträgers, eines  
Heckträgers, eines Dachquerträgers, eines Dachholmes, eines Rahmenteils, ei-  
nen Fahrwerksteils o. dgl., wobei der Hohlraum mit einem Metallschaum zu-  
mindest teilweise ausgeschäumt wird, so daß sich nach dem Erstarren eine aus  
10 dem Metallschaum bestehende Verstärkung in dem Hohlraum insbesondere  
zur Erhöhung der Knicksteifigkeit des Bauteils und/oder der Energieaufnah-  
me des Bauteils und/oder zur Gewichtsreduzierung des Bauteils ergibt.

Bei Kfz-Bauteilen der vorgenannten Art, und insbesondere bei Pkw-Bautei-  
15 len, ist es wichtig, daß diese so ausgebildet sind, um Personenschäden bei Un-  
fällen zu verhindern bzw. so gering wie möglich zu halten. Aus diesem  
Grunde werden die in der Regel aus Metall bestehenden Kfz-Bauteile ver-  
stärkt. Durch die Verstärkung soll die Knicksteifigkeit und die Energieauf-  
nahme des betreffenden Kfz-Bauteils erhöht werden.

20 Gerade im PKW-Bereich besteht eine wesentliche Anforderung darin, daß  
Kfz-Bauteile, insbesondere wenn sie verstärkt sind, dennoch ein möglichst  
geringes Gewicht haben sollen. Darüber hinaus sollen die Herstellungskosten  
von verstärkten Bauteilen möglichst gering sein. Wichtig ist weiterhin, daß  
25 die verstärkten Kfz-Bauteile nicht korrodieren, wobei gleichzeitig sicherge-  
stellt sein muß, daß die Verstärkung im eingebauten Zustand nicht klappert  
oder knirscht.

Kfz-Bauteile der eingangs genannten Art werden in der Praxis derzeit da-  
30 durch verstärkt, daß aus Stahl bestehende Einsätze in die einzelnen Kfz-Bau-  
teile eingeschweißt werden. Diese Stahleinsätze müssen, um in den Hohlraum  
des Bauteils passend eingesetzt und dort angeschweißt werden zu können,  
zunächst durch Tiefzieh- bzw. Umformvorgänge in die gewünschte Form ge-  
bracht werden. Insgesamt ist das Herstellen einer derartigen, aus Stahl beste-  
35 henden Verstärkung und das anschließende Anschweißen recht arbeitsauf-

wendig und kostenintensiv. Darüber hinaus erhöht sich durch die Stahl-Verstärkung das Gewicht des Kfz-Bauteils nicht unerheblich.

Aus der DE - A - 196 48 164 ist bereits ein Verfahren zur Herstellung einer  
5 Verstärkung in einem Hohlraum eines Karosserieteils bekannt, wobei der Hohlraum mit einem Metallschaum ausgeschäumt ist. Bei dem Metallschaum handelt es sich um Aluminiumschaum. Aus Versteifungsgründen befindet sich im Aluminiumschaum ein Rahmen- oder Rohrelement. Die bekannte Verstärkung aus Aluminiumschaum zeichnet sich dadurch aus, daß sie über eine hohe Knicksteifigkeit und ein hohes Energieaufnahmevermögen verfügt. Im Hinblick auf die zuvor angesprochene wesentliche Anforderung des gerin-  
10 gen Gewichts ist bei dem bekannten Verfahren Aluminium als Metall mit ei- nem spezifischen Gewicht von etwa 2,7 verwendet worden.

15 Nachteilig bei dem bekannten Verfahren ist allerdings, daß das Aluminium eine relativ hohe Schmelztemperatur von etwa 660°C hat, was beim Auf- schmelzen dieses Metalls im Hohlraum dazu führen kann, daß sich das Bauteil aufgrund der hohen Temperatur verzieht. Darüber hinaus kann es bei der zu- vor genannten Schmelztemperatur von Aluminium bei verzinkten Bauteilen 20 dazu kommen, daß sich die Zinkbeschichtung löst. Im übrigen ist das Korro- sionsverhalten von Aluminium in Verbindung mit Stahlblech bzw. verzinktem Stahlblech nicht gut.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung einer Verstärkung  
25 in einem Hohlraum eines Kfz-Bauteils der eingangs genannten Art zur Verfü- gung zu stellen, wobei das verstärkte Kfz-Bauteil extrem leicht ist, das Ein- bringen des Metallschaums als Verstärkung jedoch die Eigenschaften des Bauteils nicht beeinträchtigt.

30 Die zuvor hergeleitete Aufgabe ist erfindungsgemäß im wesentlichen da- durch gelöst, daß als Metall des Metallschaums Zink oder wenigstens eine Zink-Legierung verwendet wird. Im Gegensatz zum Stand der Technik wird bei der Erfindung für den speziellen Anwendungsfall bei einem Kfz-Bauteil mit der besonderen Anforderung des geringen Gewichts nicht ein Metall mit  
35 einem sehr geringen Gewicht verwendet, sondern ein solches mit einem rela- tiv hohen spezifischen Gewicht. Da das Baugruppengewicht gerade im Pkw-

Fahrzeugbau eine besondere Bedeutung hat, erscheint Zink aus Ausgangsmaterial für den Metallschaum aufgrund seines relativ hohen spezifischen Gewichtes von 7,2, was damit fast 3 mal höher ist als das von Aluminium, grundsätzlich als ungeeignet.

5

Allerdings läßt sich bei der Herstellung des Zinkschaums eine Volumenvergrößerung von wenigstens 1:8 erzielen, während sich bei Aluminium in der Regel nur eine Volumenvergrößerung von 1:5 erzielen läßt. Durch diese Volumenvergrößerung läßt sich das höhere spezifische Gewicht von Zink gegenüber Aluminium jedenfalls teilweise kompensieren. Wesentlich ist aber auch, daß Zink eine vergleichsweise geringe Schmelztemperatur von etwa 419°C hat, so daß die Gefahr, daß sich das Bauteil beim Aufschmelzen des Zinks im Hohlraum verzieht, erheblich verringert ist. Gerade in Verbindung mit verzinkten Bauteilen ergeben sich außerdem weitere Vorteile. Bei dem Ausschäumungsprozeß wird das verzinkte Karosserieblech zunächst einmal nicht geschädigt. Der Zinkschaum geht im übrigen mit der verzinkten Oberfläche des Bauteils eine Verbindung ein, die für die Übertragung von Kräften und Momenten vorteilhaft ist. Bei direkt ausgeschäumten Bauteilen ist damit ein Klappern, Knarren oder eine ähnliche Geräuschbildung zwischen der Verstärkung und dem Bauteil ausgeschlossen.

10

15

20

25

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß unter dem Ausdruck "Metallschaum" sowohl ein schaumartiges Material mit im wesentlichen geschlossenen Zellen bzw. Poren als auch ein schwammartiges Material (Metallschwamm) mit im wesentlichen offenen Zellen bzw. Poren verstanden wird.

30

Obwohl die Erfindung bevorzugt im Kfz-Bereich eingesetzt werden kann, ist sie nicht auf den Kfz-Bereich an sich beschränkt. Letztlich läßt sich die Erfindung überall einsetzen, wo die gleichen oder jedenfalls ähnliche Anforderungen an Bauteile wie im Kfz-Bereich gestellt werden. Zu denken ist hier beispielsweise an die Verwendung bei Flugzeugen, Schienenfahrzeugen und Aufzügen.

35

Obwohl es grundsätzlich möglich ist, Metallschaum durch Einblasen von Gasen zu erzeugen, ist es für den vorliegenden Anwendungsfall bevorzugt, zur Herstellung des Metallschaums ein Treibmittel zu verwenden. Bei dem Treib-

mittel sollte es sich vorzugsweise um ein Metallhydrid, wie Titanhydrid, Magnesiumhydrid und/oder Zirkoniumhydrid handeln. Um die zuvor genannte Volumenvergrößerung von wenigstens 1:8 zu erzielen, reichen bereits sehr geringe Mengen an Treibmittel zur Herstellung des erfindungsgemäßen Metallschaums aus. So kann der Anteil des Treibmittels zwischen 0, 5 und 3 Gew.-%, vorzugsweise bei etwa 1 Gew.-% liegen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Metall und das Treibmittel über wenigstens einen gemeinsamen, in fester Form vorliegenden Formling in den Hohlraum eingebracht bzw. eingelegt werden. Durch einen derartigen Formling, der sowohl das Metall als auch das Treibmittel aufweist, kann sichergestellt werden, daß für den betreffenden Hohlraum stets die richtige, d. h. genau vorgegebene Menge an Metall einerseits und Treibmittel andererseits zur Herstellung des erforderlichen Volumens an Metallschaum verwendet wird.

Obwohl es grundsätzlich möglich ist, die Energie zum Aufschmelzen des Metalls von außen, d.h. über oder durch das Material des Bauteils zuzuführen, ist bei einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, daß die Energie zum Aufschmelzen des Metalls über den Hohlraum und nicht über das Material des Bauteils zugeführt wird. Die Energieeinleitung in den Hohlraum erfolgt also von quasi "innen". Durch die Energieeinleitung von innen ist die Gefahr, daß sich das Kfz-Bauteil aufgrund der zum Aufschmelzen des Metalls auftretenden hohen Temperatur verzieht, erheblich verringert.

Die Energieeinleitung von innen kann durch verschiedene alternative Verfahren erfolgen. Eine Möglichkeit besteht in der elektrischen Erhitzung. Hierbei kann das Metall selbst in einen elektrischen Kreis integriert und an eine entsprechende Stromquelle angeschlossen sein. Des weiteren ist es möglich, eine elektrische Heizeinrichtung zu verwenden. Hierzu kann in dem Bauteil eine Heizwendel angeordnet werden, die zum Aufschmelzen des Metalls vorgesehen ist. Nach dem Aufschmelzen verbleibt die Heizwendel im Bauteil. Außerdem ist es möglich, einen bewegbaren Heizstab oder eine bewegbare Heizwendel zu verwenden, der bzw. die zum Aufschmelzen in das Bauteil hineinbewegt wird und während des Aufschmelzens bzw. der Bildung des Metallschaums aus dem Hohlraum herausgezogen wird. Bei einer

alternativen Ausgestaltung wird der Hohlraum von einem heißen Gasstrom durchströmt, wobei das Metall entsprechend angeströmt wird. Bei einer anderen Möglichkeit ist eine Brenneinrichtung vorgesehen, bei der eine offene Flamme in den Hohlraum auf das Metall gerichtet wird. Des weiteren ist es 5 möglich, eine Strahlungseinrichtung zu verwenden, bei der eine Wärmestrahlung abgegeben wird, die zum Aufschmelzen des Metalls führt.

Besonders bevorzugt ist es, wenn zum Aufschmelzen des Formlings ein Schmelzmittel verwendet wird, das über ein Zündmittel gezündet wird. Günstig ist es dabei, daß das Schmelzmittel und das Zündmittel über den gemeinsamen Formling in den Hohlraum eingebracht werden. Diese Ausgestaltung bietet sich grundsätzlich an, auch wenn als Metall für den Metallschaum nicht Zink, sondern ein anderes Metall wie Aluminium oder Magnesium oder Legierungen davon verwendet wird.

15 Bei dem Schmelzmittel kann es sich entsprechend dem Goldschmit-Verfahren um eine Mischung aus Aluminium und Metalloxiden, insbesondere um Thermit ® handeln, das aus Aluminiumgrieß und pulverisiertem trockenen Eisenoxid besteht. Das Thermit ® zeichnet sich dadurch aus, daß es sich nach 20 Entzündung mit einem entsprechenden Zündmittel in wenigen Sekunden auf bis zu 2400°C erhitzen kann. Bereits eine kleine Menge an Thermit ® reicht aus, um einen Formkörper aufzuschmelzen, so daß das flüssige Metall mit dem Treibmittel unter Bildung des Metallschaums reagiert. Bei dem Zündmittel handelt es sich um allgemein bekannte Zündmittel wie Zündstäbe, die bei- 25 spielsweise zur Zündung von Thermit ® verwendet werden.

Statt des Einbringens eines Formlings in den Hohlraum und damit der Verflüssigung des Metalls im Hohlraum ist es auch möglich, die Verflüssigung des Metalls außerhalb des Bauteils vorzunehmen. Bei einer Alternative ist vorgesehen, daß das Treibmittel dem Metall außerhalb des Hohlraums zugegeben 30 und dann, unmittelbar nach der Zugabe des Treibmittels zum Metall, direkt in den Hohlraum als sich ggf. gerade bildender Metallschaum eingebracht wird. Der nach dem Einbringen des Treibmittels in das Metall entstehende Metallschaum wird bei dieser Variante direkt in den Hohlraum eingeschäumt und erstarrt dort. Diese Art des Einbringens erfordert nur eine geringe Anzahl von 35 Arbeitsschritten und ist am Bauteil selbst leicht durchzuführen.

Alternativ ist es auch möglich, daß das Metall in flüssiger Form und gleichzeitig oder wenige Sekunden später das Treibmittel - getrennt vom Metall - in den Hohlraum eingebracht werden. Bei dieser Impf- bzw. Injektionsbehandlung entsteht der Metallschaum erst im Hohlraum selbst, der dann ebenfalls 5 dort erstarrt. Bei beiden Alternativen ist es so, daß der Hohlraum des Bauteils innerhalb weniger Sekunden nach dem Einbringungsvorgang mit Metallschaum gefüllt ist. Der gesamte Einbringungsvorgang dauert also nur sehr kurze Zeit.

10

Außerdem ist es möglich, das Treibmittel vor dem Einbringen des Metalls in den Hohlraum einzubringen. Hierbei sind grundsätzlich verschiedene Verfahren möglich. Beim sogenannten Sandwich-Verfahren befindet sich das Treibmittel in einer vorzugsweise aus dem jeweiligen Metall bestehenden Box. Diese wird vom in den Hohlraum einströmenden Metall aufgeschmolzen, so daß das Treibmittel zur Schaumbildung freigegeben wird. Außerdem 15 ist es möglich, das Treibmittel in Tablettenform in den Hohlraum des Bauteils einzugeben, bevor das Metall in den Hohlraum eingebracht wird. Weiterhin ist es möglich, in den Hohlraum des Bauteils einen aus dem betreffenden Metall und dem Treibmittel bestehenden Formkörper einzulegen. Dieser Formkörper gibt beim Einbringen des flüssigen Metalls das Treibmittel frei und wird im übrigen jedenfalls angeschmolzen. Darüber hinaus dient der Formkörper dazu, Wärmeenergie aus dem flüssigen Metall aufzunehmen, so daß keine zu starke Erhitzung des Bauteils beim Einbringen des Metalls auftritt. 20 Des weiteren kann das Treibmittel in Form von Injektionsdraht und/oder vorzugsweise mit dem betreffenden Metall ummantelten Injektionsstücken zu jedem Verfahrenszeitpunkt dem flüssigen Metall zugegeben werden.

25  
30

Herstellungstechnisch erfolgt das Einbringen des Metallschaums derart, daß zunächst das Bauteil in ein erstes Formteil einer Form eingelegt wird. Anschließend werden die Form und auch der Hohlraum über wenigstens ein zweites Formteil geschlossen, so daß dann der Metallschaum bzw. das Metall und das Treibmittel über wenigstens eine Einfüllöffnung in die geschlossene Form bzw. den geschlossenen Hohlraum eingebracht werden können. Alternativ kann das Treibmittel auch vorab in den Hohlraum eingebracht werden, wie dies zuvor beschrieben worden ist.

Bauteile der eingangs genannten Art weisen in der Regel Öffnungen auf, die in den Hohlraum münden. Derartige Öffnungen im Bauteil werden durch die zuvor genannte Form zumindest im wesentlichen abgedichtet, so daß der Metallschaum beim Einbringen nicht aus dem Hohlraum bzw. dem Bauteil herausschäumt.

Um zu verhindern, daß sich die Bauteile beim Einbringen des flüssigen Metallschaums in den Hohlraum bzw. bei der Reaktion und beim Aufschäumen des Formlings im Hohlraum zu stark erhitzen, und dabei möglicherweise bestimmte Festigkeitseigenschaften verlieren, ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die Form bzw. das Bauteil zumindest teilweise gekühlt wird. Allerdings ist festgestellt worden, daß es bei Verwendung von Zink grundsätzlich auch möglich ist, ohne eine Kühlung der Form zu arbeiten. Sobald nämlich das Zink bzw. der Zinkschaum in flüssiger Form in das Bauteil eingebracht bzw. eingeschäumt wird, ergibt sich sofort eine Temperaturverminderung und ein zum Bauteil hin abnehmender Temperaturgradient.

Grundsätzlich ist es aber auch möglich, in den Hohlraum des Bauteils zunächst einen aus Metallschaum bestehenden Formkörper einzulegen. Dieser Formkörper ist zuvor bereits hergestellt worden. Der Formkörper kann grundsätzlich aus jedem Metall bestehen; bevorzugt ist jedoch wiederum Zink. Der Formkörper hat solche Abmaße, daß zwischen der Wandung des Kfz-Bauteils und dem Formkörper ein hinreichender Freiraum vorhanden ist, in den Metallschaum bzw. Metall einfließen kann. Zur Offenhaltung des Freiraums sind entsprechende Abstandshalter vorgesehen, die auch am Formkörper selbst ausgebildet sein können. Um dabei eine gute Verbindung zwischen dem in den Freiraum eingebrachten Metallschaum und dem Formkörper sowie dem Kfz-Bauteil an sich zu erzielen, sollten am Formkörper und am Kfz-Bauteil Hinterschneidungen und/oder korrespondierende Eingriffsabschnitte o. dgl. vorgesehen sein, so daß sich nach dem Erstarren des in den Freiraum eingebrachten Metallschaums eine feste Verbindung ergibt, ist jedoch optional.

Bei einer weiteren grundsätzlichen erfindungsgemäßen Alternative ist vorgesehen, daß in den Hohlraum ein aus einem Metallschaum bestehender, fester Formkörper als Verstärkung eingebracht wird. Um ein Klappern oder Knirschen des auf diese Weise eingebrachten Formkörpers zu verhindern, und dabei gleichzeitig eine möglichst einfache Art der Befestigung des Formkörpers am Bauteil bzw. im Hohlraum zu gewährleisten, sind die ursprünglichen Abmaße des Formkörpers zumindest an seinem dem Hohlraum zugewandten Bereich jedenfalls derart geringfügig größer als die Abmaße des Hohlraumes, daß der Formkörper nach seinem Einbringen lediglich über eine Verspannung, also über eine reibschlüssige Verbindung im Hohlraum des Bauteils gehalten wird. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß der Formkörper in den Hohlraum eingepreßt wird.

Statt der reibschlüssigen Verbindung ist es auch möglich, daß am Formkörper und/oder am Kfz-Bauteil an sich entsprechende Hinterschnitte bzw. Eingriffsmittel vorgesehen sind, um zwischen diesen beiden Bauteilen eine formschlüssige Verbindung zu realisieren.

Um die Gefahr des Verzuges des Bauteils bei Erhitzung zum Aufschmelzen des Metalls weiter zu verringern, ist es von Vorteil, wenn das Bauteil während des Aufschmelzens des Metalls und/oder der Bildung des Metallschaums zumindest teilweise von außen gekühlt wird. Die Kühlung (unterhalb der Zimmertemperatur) erfolgt dabei in der Regel über eine Form, in die das Bauteil zusammen mit dem Formling eingelegt wird. Aber auch eine unmittelbare Kühlung des Bauteils ist ohne weiteres möglich.

Da der Hohlraum beim Aufschäumen des Metallschaums in der Regel vollständig ausgefüllt wird, bietet es sich an, in den Hohlraum vor dem Aufschmelzen des Metalls wenigstens ein nicht aufschmelzendes Leerrohr einzulegen, durch das dann bedarfswise Kabel hindurchgeführt werden können.

Um die geforderte Qualität der Verstärkung in dem Hohlraum des Bauteils stets gewährleisten zu können, ist bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß nach dem Aufschäumen und Erstarren die Porenstruktur des Metallschaums überprüft wird. Diese Messung der Porenstruktur, die beispielsweise über einen Druckabfall ermittelt werden

kann, kann unabhängig davon erfolgen, ob das Metall in fester Form mit dem Formling in den Hohlraum eingebracht worden ist oder aber ob das Metall oder der Metallschaum in flüssiger Form in den Hohlraum eingebracht worden ist.

5

Des weiteren betrifft die Erfindung einen Formling zur Herstellung einer vorgenannten Verstärkung aus Metallschaum. Der Formling weist erfindungsgemäß Zink oder wenigstens eine Zink-Legierung als Metall in fester Form sowie ein Treibmittel, insbesondere in Form von Metallhydrid, vorzugsweise Titanhydrid, Magnesiumhydrid und/oder Zirkoniumhydrid mit einem Anteil von größer 0,5 Gew.-% auf und ist zum Einsetzen bzw. Einlegen in den Hohlraum eines Kfz-Bauteils, das zu verstärken ist, vorgesehen.

10

Vorzugsweise ist bei dem zuvor genannten Formling vorgesehen, daß dieser nicht nur das Metall, bei dem es sich nicht notwendigerweise um Zink handeln muß, und das Treibmittel, sondern auch ein Schmelzmittel und ein Zündmittel für das Schmelzmittel aufweist. Bei dem Schmelzmittel handelt es sich vorzugsweise um eine Zusammensetzung aus Aluminium und Metalloxiden, um nach Zündung hohe Temperaturen zu erreichen und dadurch den Formling aufzuschmelzen. Bevorzugt wird Thermit ® verwendet. Der Formling wird somit also unter Zuhilfenahme des Goldschmit-Verfahrens aufgeschmolzen. Zur Zündung des Schmelzmittels können alle üblichen Zündmittel verwendet werden, insbesondere solche, die sich zur Zündung von Thermit ® eignen.

15

Grundsätzlich ist es möglich, den Formling mit seinen zuvor genannten Komponenten, die jedenfalls zumindest teilweise in Pulverform vorliegen, zu pressen. Um als Massenprodukt hergestellt werden zu können, bietet sich jedoch eine andere Art der Herstellung an. Hierzu wird das Metall zunächst zu einem Blech gewalzt. Das Blech wird dann zumindest teilweise mit dem Treibmittel beschichtet und anschließend wird der Formling gerollt, insbesondere spiralerollt. Dabei sollte sich eine feste Packung mit einer Packungsdichte von mehr als 80 % ergeben. Nach dem Rollen ist es grundsätzlich möglich, die beiden Enden und die außenliegende Längsnahrt gasdicht zu schließen. Die beiden Enden können dabei zusammengequetscht oder verlötet werden, während die Längsnahrt gefalzt oder ebenfalls gelötet werden kann. Das

20

25

30

35

Schmelzmittel kann dabei im übrigen auch als Beschichtung aufgebracht werden oder aber als Seele ausgebildet und in den Formling eingerollt sein.

Vorzugsweise weist der Formling - jedenfalls auf seiner Außenseite - nach außenweisende Vorsprünge auf. Wenn der Formling in den Hohlraum eingelegt ist, wirken die Vorsprünge als Abstandshalter und bieten damit nicht nur eine große Angriffsfläche bei der Energieeinleitung, es ist auch sichergestellt, daß die Kontaktbereiche zwischen der Wandung und dem Formling und damit die Wärmeübertragungsfläche zur Wandung des Kfz-Bauteils verringert ist.

10

Neben dem Verfahren zum Einbringen einer Verstärkung in einen Hohlraum eines Kfz-Bauteil betrifft die folgende Erfindung aber auch ein derartiges Kfz-Bauteil an sich. Dieses ist, wie zuvor bereits beschrieben worden ist, mit einer aus einem Metallschaum aus Zink oder einer Zinklegierung bestehenden Verstärkung versehen, die entweder als flüssiger Schaum direkt oder als fester Formkörper in den Hohlraum eingebracht worden ist. Auch eine Mischform, wie zuvor beschrieben, ist möglich. Es ist darauf hinzuweisen, daß unter dem Ausdruck "Kfz-Bauteil" nicht nur ein einzelnes Bauteil an sich, sondern daß hierunter auch ganze Baugruppen verstanden werden.

15

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Trägerstruktur zur Verwendung im Kraftfahrzeug-Bereich, insbesondere einen Schalttafelträger, einen Radioträger, eine Tür-Innenverkleidungsbaugruppe, eine Verstärkung für eine Haube bzw. eine Heckklappe sowie eine Sitzkomponente.

20

Trägerstrukturen werden in unterschiedlichen Bereichen innen und außen an einem Kraftfahrzeug eingesetzt. Je nach Einsatzzweck haben die Trägerstrukturen unterschiedliche Aufgaben und Anforderungen. In der Regel gehören hierzu jedenfalls hohe Steifigkeit, geringes Gewicht, hohe Formstabilität und Korrosionsunempfindlichkeit. Des Weiteren besteht eine wesentliche Anforderung bei Trägerstrukturen darin, daß sie einen eher geringen Temperaturausdehnungskoeffizienten haben sollen. Bei hohen Temperaturausdehnungskoeffizienten von Trägerstrukturen müssen zu benachbarten Bauteilen große Spalte vorhanden sein, um die Längenausdehnung aufnehmen zu können. Aus funktionstechnischen und ästhetischen Gründen sind große

35

Spalte jedoch nachteilig. Gefordert wird daher stets eine enge Toleranz der Spaltmaße.

Aus der DE - A - 43 17 315 geht eine Verbundplatte mit zwei Deckschichten und einem Kern hervor. Die an die bekannte Verbundplatte gestellten Anforderungen stehen darin, daß diese leicht verarbeitbar und insbesondere geformt, gebogen oder geknickt werden kann und dabei den Erfordernissen der Klassierung zu unbrennbaren Baustoffen und Bauteilen entspricht. Hierzu wird bei der bekannten Verbundplatte vorgeschlagen, daß der Kern aus einer Mischung von 50 bis 90 Gew.-% von Verbindungen des Kalziums und/oder Magnesiums der Reihe der Hydroxide und/oder Carbonate, 5 bis 47 Gew.-% Füllstoff und 3 bis 5 Gew.-% Bindemittel enthält. Die Deckschichten können aus folien-, band- oder plattenförmigem Material aus Kunststoff oder metallischen Materialien, wie unter anderem Zink oder Aluminium bestehen. Bevorzugt sind allerdings Aluminium und Aluminium-Legierungsdeckschichten.

Nach der Herstellung der Verbundplatte kann diese nach einer entsprechenden Bearbeitung in die erforderliche Trägerstruktur verarbeitet werden. Die Bearbeitung der Verbundplatte erfolgt durch Sägen, Fräsen oder Schneiden. Zur Herstellung komplexer dreidimensionaler Trägerstrukturen, wie sie beispielsweise im Innenbereich eines Kraftfahrzeugs benötigt werden, ist es erforderlich, die Verbundplatten zu verformen, wozu die Deckschichten auf der Innenseite mit einer oder mehreren Kerben oder Schnitten versehen werden müssen, um eine entsprechende Verformung zu ermöglichen.

Insgesamt ist die Herstellung der bekannten Trägerstruktur mit dem Kern und den beiden Deckschichten schon an sich aufwendig. Die Herstellung dreidimensionaler Trägerstrukturen ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden, da hierzu ein Verformungsschritt der bekannten Verbundplatten erforderlich ist. Darüber hinaus lassen sich Trägerstrukturen, die aus dem bekannten Verbundplatten hergestellt worden sind, schlecht recyceln, da die bekannten Verbundplatten aus einer Mehrzahl unterschiedlicher Materialien bestehen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Trägerstruktur zur Verwendung im Kraftfahrzeug-Bereich zur Verfügung zu stellen, die einfach

und kostengünstig herzustellen ist und die in einfacher Weise recycelt werden kann.

Die zuvor angegebene Aufgabe ist bei einer Trägerstruktur der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Trägerstruktur einen Grundkörper aus einem Metallschaum aufweist, ohne daß der Grundkörper in einen Hohlraum eines Kfz-Bauteils eingeschäumt ist. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung bietet eine Reihe von wesentlichen Vorteilen. Zunächst einmal besteht der Grundkörper lediglich aus einem einzigen Material, nämlich dem aufgeschäumten Metall, was sich in einfacher Weise recyceln läßt. Darüber hinaus bietet die geschäumte Trägerstruktur eine Reihe weiterer Vorteile. Ein Metallschaum verfügt über eine hohe Knicksteifigkeit und ein hohes Energieaufnahmevermögen. Außerdem hat eine aus Metallschaum bestehende Trägerstruktur ein extrem geringes Gewicht. Weiterhin besitzen Metallschäume einen sehr geringen Ausdehnungskoeffizienten.

Zwar ist es so, daß Metallschäume an sich grundsätzlich bereits seit Jahren bekannt sind. Auch ist die Verwendung von bestimmten Metallschäumen im Kraftfahrzeug-Bereich an sich bekannt, jedoch in Verbindung mit Karosserie- teilen, um diese zu verstärken. So geht beispielsweise aus der DE 196 48 164 A1 die Verwendung von Aluminiumschaum, der zur Verstärkung in einen Profilrahmenträger eines Kraftfahrzeugs eingeschäumt ist, hervor. Bei der vorliegenden Erfindung geht es aber nicht um ein verstärktes Kfz-Bauteil, in das ein Metallschaum eingeschäumt ist. Vorliegend geht es um eine Trägerstruktur mit einem Grundkörper, ohne daß dieser in den Hohlraum eines Kfz- Bauteils eingeschäumt ist. Es geht also um eine Trägerstruktur an sich, die als solche in ein Kraftfahrzeug eingebaut wird, und nicht um ein zu verstärkendes Kfz-Profilbauteil.

Bevorzugt handelt es sich bei dem Metall des Metallschaums um Zink oder eine Zink-Legierung einerseits oder Magnesium oder Aluminium oder eine Legierung aus den vorgenannten Metallen andererseits. Hinsichtlich der Verwendung von Zink als Metall des Metallschaums ist zunächst auf folgendes hinzuweisen. Im Kraftfahrzeug-Bereich spielt das Baugruppengewicht bzw. das Gewicht eines bestimmten Bauteils eine erhebliche Rolle. Von daher erscheint Zink aus Ausgangsmaterial für den Metallschaum aufgrund seines

relativ hohen spezifischen Gewichtes von 7,2 grundsätzlich als ungeeignet zur Verwendung im Kfz-Bereich. Allerdings läßt sich bei der Herstellung von Zinkschaum eine Volumenvergrößerung von wenigstens 1 : 8 erzielen, während sich beispielsweise bei Aluminium in der Regel nur eine Volumenvergrößerung von 1 : 5 erzielen läßt. Durch die vorgenannte Volumenvergrößerung läßt sich das höhere spezifische Gewicht von Zink gegenüber Aluminium jedenfalls teilweise kompensieren. Darüber hinaus hat ein Zinkschaum eine sehr gleichmäßige Porenstruktur und damit an jeder Stelle etwa die gleichen Festigkeits- und Energieaufnahmeeigenschaften. Dies ist bei einem Aluminiumschaum nicht der Fall. Darüber hinaus zeichnet sich Zink durch ein ausgezeichnetes Korrosionsverhalten in Verbindung mit Stahlblech bzw. verzinktem Stahlblech, an dem die Trägerstruktur möglicherweise zu befestigen ist, aus. Für Anwendungsfälle, bei denen es nicht wesentlich darauf ankommt, hohe bzw. gleichmäßige Festigkeits- und Energieaufnahmeeigenschaften zu haben, und bei denen auch das Korrosionsverhalten keine wesentliche Rolle spielt, sondern in erster Linie das verringerte Gewicht, kann natürlich statt des Zinks Aluminium oder das gegenüber Aluminium noch leichtere Magnesium als Ausgangsmetall des Metallschaums verwendet werden.

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß die erfundungsgemäße Trägerstruktur grundsätzlich in allen Bereichen eingesetzt werden kann, in denen vergleichbare Anforderungen wie im Kraftfahrzeug-Bereich gestellt werden.

Der Grundkörper der Trägerstruktur kann ohne weiteres in der Art und Weise hergestellt werden, wie dies zuvor bezüglich der Verstärkung des Kfz-Bauteils beschrieben worden ist.

Grundsätzlich ist es möglich, daß der Metallschaum zumindest im wesentlichen offenzellig oder aber geschlossenzzellig ausgebildet ist. Bei Verwendung des Metallschaums als Verstärkung bei einem Kfz-Bauteil sollte die Offenzelligkeit, d. h. die Größe der einzelnen Zellen, derart sein, daß Tauchgrund aus dem Schaum wieder abfließen kann oder aber erst gar nicht in den Metallschaum eindringt. Um von vornherein zu verhindern, daß der Tauchgrund beim Eintauchen des Bauteils in den Schaum eindringt, könnte auch entweder ein geschlossenzzelliger Metallschaum verwendet werden oder aber zumindest der äußere Bereich des Metallschaums im wesentlichen geschlossen-

zellig ausgebildet sein, so daß sich quasi eine geschlossene Außenhaut ergibt. Eine derartige Ausbildung läßt sich bei Herstellung des Metallschaums ohne weiteres realisieren.

- 5 Die Erfindung betrifft schließlich auch eine Vorrichtung zum Einbringen eines Metallschaums in einen Hohlraum eines Kfz-Bauteils, insbesondere einer A-Säule, B-Säule, einer C-Säule, einer D-Säule, eines Motorträgers, eines Heckträgers, eines Dachquerträgers, eines Dachholmes, eines Rahmenteils, eines Fahrwerksteils o. dgl., mit wenigstens einem Schmelzofen für das Zink als  
10 Metall, wenigstens einer Einrichtung zur Zugabe von Treibmittel, und einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Zugabemenge des Metalls und des Treibmittels zum Hohlraum. Weiterhin kann eine von der Steuereinrichtung angesteuerte Ventileinrichtung vorgesehen sein. Durch eine derartige Vorrichtung lassen sich das erfundungsgemäße Verfahren und dabei die gesteuerte  
15 Zugabe von Metall und Treibmittel ohne weiteres realisieren.

Um den Metallschaum direkt in den Hohlraum einbringen zu können, bietet es sich an, wenn die Vorrichtung eine Mischkammer aufweist, die einerseits mit dem Schmelzofen und andererseits mit der Einrichtung zur Zugabe des Treibmittels, wobei es sich um eine Injektionseinrichtung handeln kann, verbunden ist, wobei im Anschluß an den Schmelzofen und auch im Anschluß an die Mischkammer wenigstens ein Förderrohr zur Förderung des Metallschaums in den Hohlraum vorgesehen ist. Grundsätzlich kann auf die Mischkammer aber auch verzichtet werden. In diesem Falle ist die Injektionseinrichtung für das Treibmittel direkt mit dem Förderrohr verbunden oder aber fördert das Treibmittel unmittelbar in den Hohlraum.

Um ein vorzeitiges Erstarren des Metalls und/oder des Metallschaums zu verhindern, sollten die Mischkammer und/oder das Förderrohr beheizt sein.  
30 Um eine gute Durchmischung des Metalls und des Treibmittels und damit einen homogenen Schaum zu erzielen, bietet es sich außerdem an, daß ein Rührwerk in der Mischkammer vorgesehen ist und/oder das Treibmittel im Bereich des Bodens der Mischkammer in die Mischkammer eingebracht, vorzugsweise eingeblasen wird.  
35

Darüber hinaus weist die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterhin zweckmäßigerweise eine Form zum Einlegen wenigstens eines Bauteils mit einem unteren Formteil und einem oberen Formteil auf, wobei die Form über wenigstens eine Einfüllöffnung mit dem Förderrohr verbunden ist bzw. verbindbar ist. Desweiteren kann der Form eine Kühleinrichtung zugeordnet sein.

Die Förderung des Metalls und/oder des Treibmittels und/oder des Metallschaums kann derart sein, daß sich eine Schwerkraftförderung ergibt. Alternativ können Förderpumpen einer Fördereinrichtung vorgesehen sein.

10

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht eines teilweise dargestellten Kraftfahrzeugs  
15 mit einer erfindungsgemäß verstärkten A-Säule,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht der A-Säule aus Fig. 1 entlang der Schnittlinie II - II aus Fig. 1,

20

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verfahrensschrittes bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Formlings,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines spiralgerollten, endseitig noch nicht abgeschlossenen Formlings,

25

Fig. 5 eine Ansicht eines fertiggestellten Formlings,

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formlings,

30

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführungsform eines noch nicht vollständig zusammengerollten Formlings,

Fig. 8 eine Schnittansicht eines Teils des Formlings aus Fig. 7 und

35

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Trägerstruktur.

In Fig. 1 ist ein Teil eines Kraftfahrzeugs 1 dargestellt, wobei es sich um einen Personenkraftwagen handelt. Die Karosserie des Kraftfahrzeugs 1 besteht aus einer Reihe von Bauteilen wie verschiedenen Säulen, Trägern, Holmen und Rahmenteilen. In Fig. 1 ist als Bauteil eine A-Säule 2 dargestellt. Wie sich aus Fig. 2 ergibt, weist die A-Säule 2 einen Hohlraum 3 auf, der mit Metallschaum 4 ausgeschäumt ist. Der Metallschaum 4 bildet dabei eine Verstärkung in dem Hohlraum 3, die zur Erhöhung der Knicksteifigkeit, der Energieaufnahme und zur Gewichtsreduzierung des verstärkten Bauteils dient.

Wesentlich ist nun, daß es sich bei dem Metall des Metallschaums um Zink oder eine Zink-Legierung handelt. Zur Herstellung des Metallschaums ist ein Metallhydrid als Treibmittel 7 verwendet worden.

Die in Fig. 2 dargestellte Verstärkung in dem Hohlraum 3 ist durch einen Formling hergestellt worden, wie er in den Fig. 4 bis 6 dargestellt ist. Der Formling 5 besteht aus einem gewalzten Blech 6, das, wie sich aus den Fig. 4 und 7 ergibt, spiralgerollt ist. Das Blech 6 kann, wie sich aus Fig. 3 ergibt, mit dem Treibmittel 7 beschichtet werden. Dies ist durch den Pfeil 8 in Fig. 3 dargestellt. Bei der in den Fig. 3 bis 6 dargestellten Ausführungsform ergibt sich nach dem Rollen des Formkörpers 5 eine relativ hohe Packungsdichte. Hier von unterscheidet sich die in den Fig. 7 und 8 dargestellte Ausführungsform, wobei am Blech 6 Vorsprünge 9 vorgesehen sind, die nach außen weisen, so daß der Formling 5, wenn er in den Hohlraum 3 eingelegt ist, von der Wandung des Bauteils über die Vorsprünge 9 beabstandet ist. Auch sind die eingerollten Blechbereiche über die Vorsprünge 9 beabstandet, so daß die Oberfläche des eingerollten Formlings 5 relativ groß ist. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß sich Vorsprünge 9 lediglich an der Außenseite des Formlings 5 befinden, nicht jedoch an den inneren eingerollten Bereichen. Mit Ausnahme der Vorsprünge 9 unterscheiden sich die Ausführungsformen gemäß Fig. 4 und Fig. 7 nicht.

Nach dem Rollen des in Fig. 4 dargestellten Formlings 5 werden die beiden Enden 10, 11 des Formlings 5 und die außenliegende Längsnaht 12 gasdicht

geschlossen. Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform sind die beiden Enden 10, 11 flachgepreßt und verlötet. Auch die Längsnaht 12 ist verlötet. Zusätzlich zur Beschichtung mit dem Treibmittel 7 kann auf das Treibmittel ein Schmelzmittel als Beschichtung aufgebracht werden. Im einzelnen ist dies  
5 nicht dargestellt. Lediglich die Aufbringung an sich ist durch den Pfeil 13 in Fig. 3 dargestellt. Das Schmelzmittel selbst besteht aus Eisenoxid und Aluminium. Statt als Beschichtung, wie dies in Fig. 3 durch den Pfeil 13 angedeutet ist, kann das Schmelzmittel auch als Seele 14 ausgebildet und in den Formling 5 mit eingerollt sein. Dies ist in Fig. 6 dargestellt. Zur Zündung des  
10 Schmelzmittels dient ein Zündmittel 15, der mit dem Schmelzmittel verbunden ist. Das Zündmittel 15 kann an beiden Enden 10, 11 oder auch nur an einem Ende vorgesehen sein.

In Fig. 9 ist eine als Schalttafel ausgebildete Trägerstruktur 16 dargestellt. Die  
15 Trägerstruktur 16 weist einen Grundkörper 17 auf, auf den zumindest be- reichsweise eine nicht dargestellte Beschichtung, die insbesondere aus Kunststoff besteht, aufgebracht ist. In der Trägerstruktur 16 befinden sich Öffnungen 18, 19. Die Öffnung 18 ist dabei zur Anordnung von Armaturen vorgesehen, während die Öffnung 19 zur Anordnung eines Handschuhfachs  
20 dient.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Herstellung einer Verstärkung in einem Hohlraum (3) eines vorzugsweise verzinkten Kfz-Bauteils, insbesondere einer A-Säule (2), B-Säule, einer C-Säule, einer D-Säule, eines Motorträgers, eines Heckträgers, eines Dachquerträgers, eines Dachholmes, eines Rahmenteils, eines Fahrwerks-  
5 teils o. dgl., wobei der Hohlraum (3) mit einem Metallschaum (4) zumindest teilweise ausgeschäumt wird, so daß sich nach dem Erstarren eine aus dem Metallschaum (4) bestehende Verstärkung in dem Hohlraum (3) insbesondere zur Erhöhung der Knicksteifigkeit des Bauteils und/oder der Energieaufnahme des Bauteils und/oder zur Gewichtsreduzierung des Bauteils ergibt, **da-durch gekennzeichnet**, daß als Metall des Metallschaums (4) Zink oder wenigstens eine Zink-Legierung verwendet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des Metallschaums (4) wenigstens ein Treibmittel verwendet wird und daß, vorzugsweise, als Treibmittel wenigstens ein Metallhydrid, insbesondere Titanhydrid, Magnesiumhydrid und/oder Zirkoniumhydrid mit einem Anteil von größer 0,5 Gew.-% verwendet wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, das Metall und das Treibmittel über wenigstens einen gemeinsamen, in fester Form vorliegenden Formling (5) in den Hohlraum (3) eingebracht werden und daß das Metall nach Erhitzen und Aufschmelzen durch Reaktion mit dem Treibmittel den Metallschaum (4) bildet.
- 25 4. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Energie zum Aufschmelzen des Formlings (5) nicht über oder durch das Material des Bauteils zugeführt wird und daß, vorzugsweise, zum Aufschmelzen des Formlings (5) ein Schmelzmittel verwendet wird, das über ein Zündmittel (15) gezündet wird, wobei das Schmelzmittel und das Zündmittel (15) über den gemeinsamen Formling (5) in den Hohlraum (3) eingebracht werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall in flüssiger Form und das Treibmittel außerhalb des Hohlraums (3) zusammengegeben werden, wobei das Metall unmittelbar nach der Zugabe des Treibmittels zum Metall in den Hohlraum (3) eingebracht wird, oder daß das Metall in flüssiger Form in den Hohlraum (3) eingebracht wird und das Treibmittel gleichzeitig oder wenige Sekunden später - getrennt vom Metall - in den Hohlraum (3) eingebracht wird oder bereits vor dem Einbringen des Metalls in den Hohlraum (3) eingebracht worden ist.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil in ein erstes Formteil einer Form eingelegt wird, daß die Form nach dem Einlegen des Bauteils durch wenigstens ein zweites Formteil geschlossen wird, daß der Metallschaum bzw. das Metall über wenigstens eine Einfüllöffnung der geschlossenen Form in den Hohlraum eingebracht wird, wobei etwaige Öffnungen im Bauteil durch die Form zumindest im wesentlichen abgedichtet werden.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil während des Aufschmelzens des Metalls und/oder der Bildung des Metallschaums (4) zumindest teilweise von außen gekühlt wird, daß, vorzugsweise, in den Hohlraum (3) vor dem Aufschmelzen des Metalls wenigstens ein Leerrohr eingelegt wird und daß, vorzugsweise, die Porenstruktur des Metallschaums (4) nach dessen Erstarrung überprüft wird.
- 20 8. Formling (5) zur Herstellung einer aus Metallschaum (4) bestehenden Verstärkung in einem Hohlraum (3) eines Kfz-Bauteils, insbesondere einer A-Säule (2), B-Säule, einer C-Säule, einer D-Säule, eines Motorträgers, eines Heckträgers, eines Dachquerträgers, eines Dachholmes, eines Fahrwerksteils o. dgl., **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formling (5) Zink oder wenigstens eine Zink-Legierung als Metall in fester Form sowie ein Treibmittel, insbesondere in Form von Metallhydrid, vorzugsweise Titanhydrid, Magnesiumhydrid und/oder Zirkoniumhydrid mit einem Anteil von größer 0, 5 Gew.-%, aufweist.
- 30 9. Formling nach dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und insbesondere nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formling (5) ein Schmelzmit-

tel, insbesondere auf der Basis von Thermit ®, und ein Zündmittel (15) für das Schmelzmittel aufweist.

10. Formling nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall zu einem Blech (6) gewalzt ist, daß das Blech (6) zumindest teilweise mit dem Treibmittel (7) beschichtet ist und vorzugsweise gerollt, insbesondere spiralgerollt, ist und daß, vorzugsweise, das Metall zumindest teilweise mit dem Schmelzmittel beschichtet ist und/oder daß das Schmelzmittel als Seele (14) ausgebildet und in den Formling (5) eingerollt ist.

10

11. Trägerstruktur (16) wie Schalttafel, Radioträger, Tür-Innenverkleidungsbauteil, Verstärkung für eine Haube oder Heckklappe, Sitzbauteil o. dgl., für ein Kfz-Bauteil, mit einem Grundkörper (17), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trägerstruktur (16) einen Grundkörper (17) aus einem Metallschaum aufweist, ohne daß der Grundkörper (17) in einen Hohlraum eines Kfz-Bauteils eingeschäumt ist.

15 12. Trägerstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall des Metallschaums (4) Zink ist oder eine Zink-Legierung ist.

20

13. Trägerstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall des Metallschaums (4) Aluminium oder eine Aluminium-Legierung oder Magnesium oder eine Magnesium-Legierung ist.

25

14. Trägerstruktur nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine zumindest bereichsweise auf den Grundkörper (17) aufgebrachte, insbesondere aus Kunststoff bestehende Beschichtung vorgesehen ist und daß, vorzugsweise, in der Trägerstruktur wenigstens eine Öffnung (18, 19), insbesondere zum Einsetzen wenigstens einer Armatur, 30 vorgesehen ist.

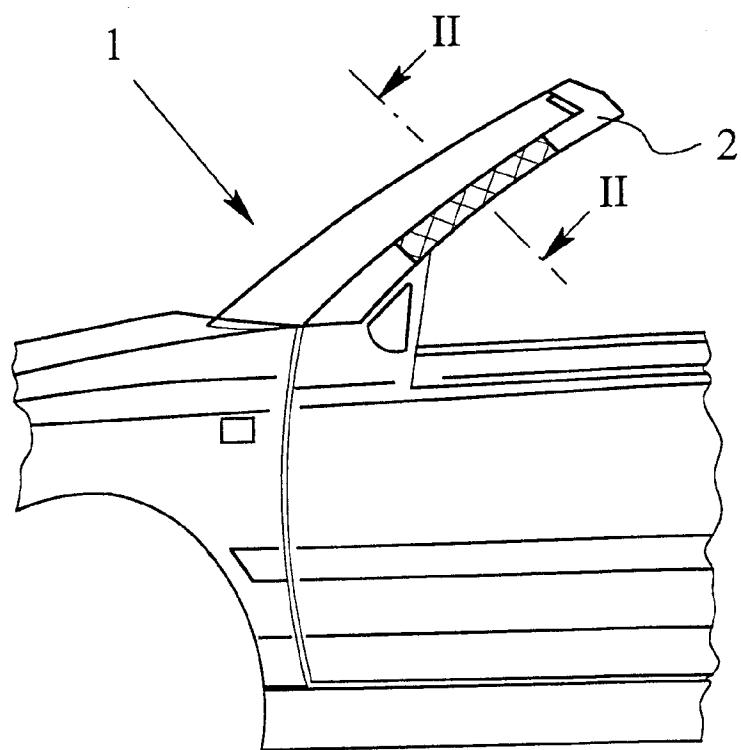


Fig. 1

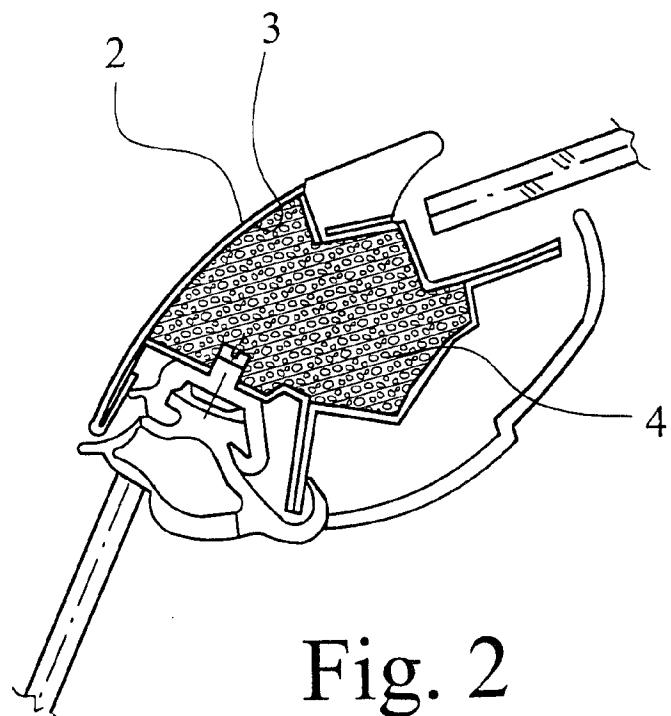


Fig. 2

2/5

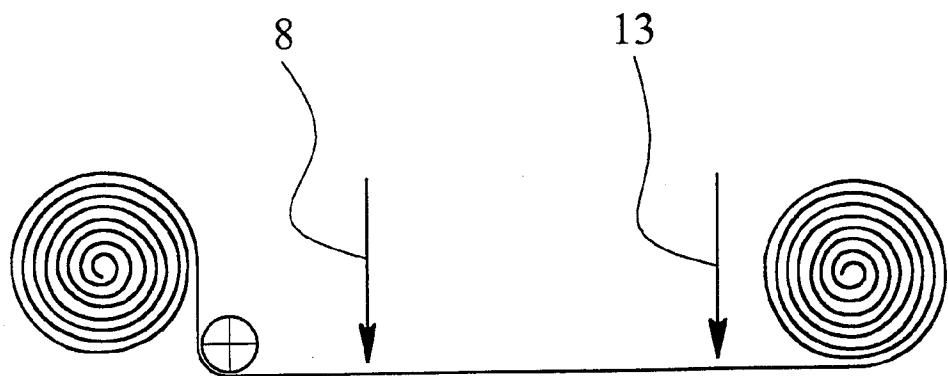


Fig. 3

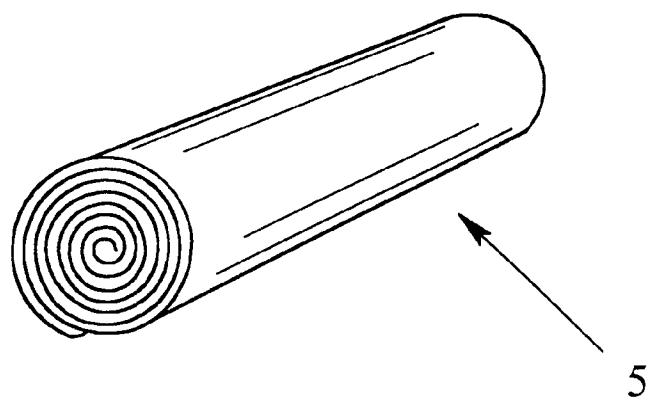


Fig. 4

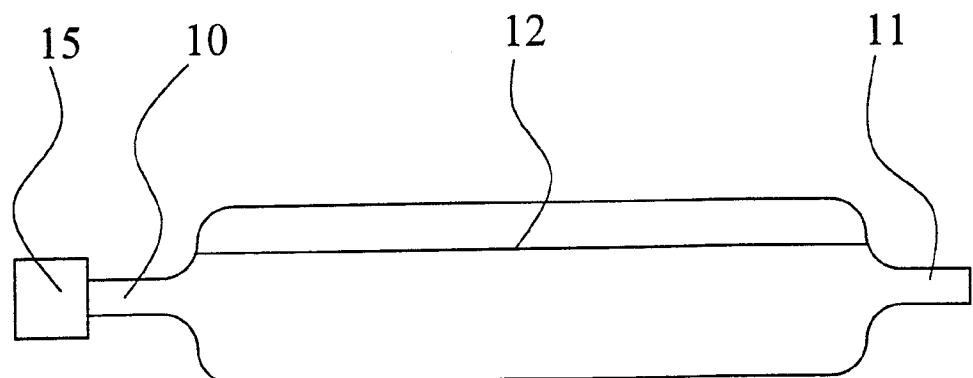


Fig. 5



Fig. 6

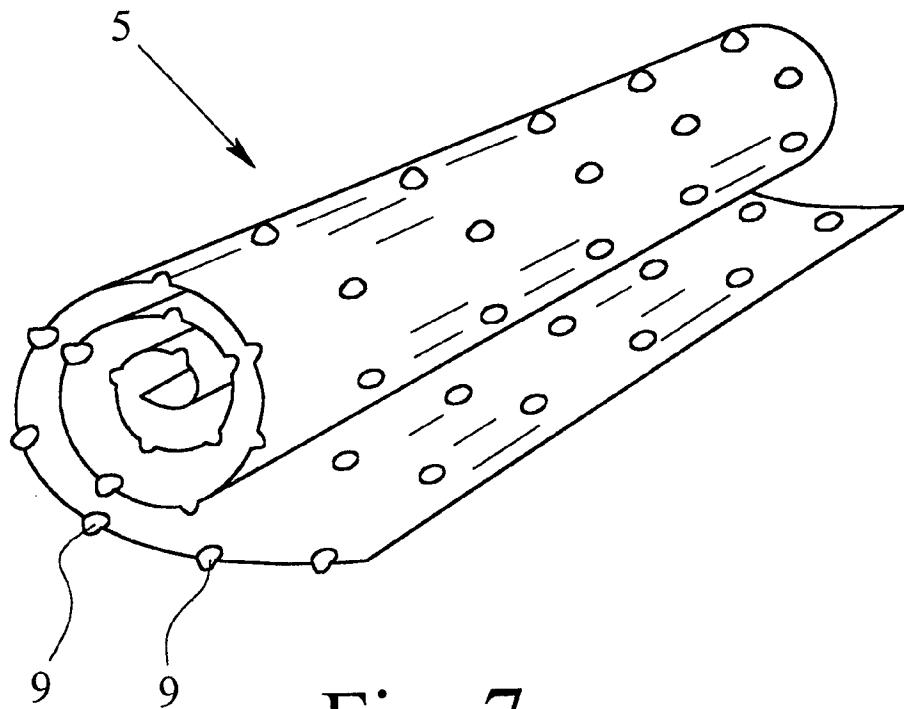


Fig. 7

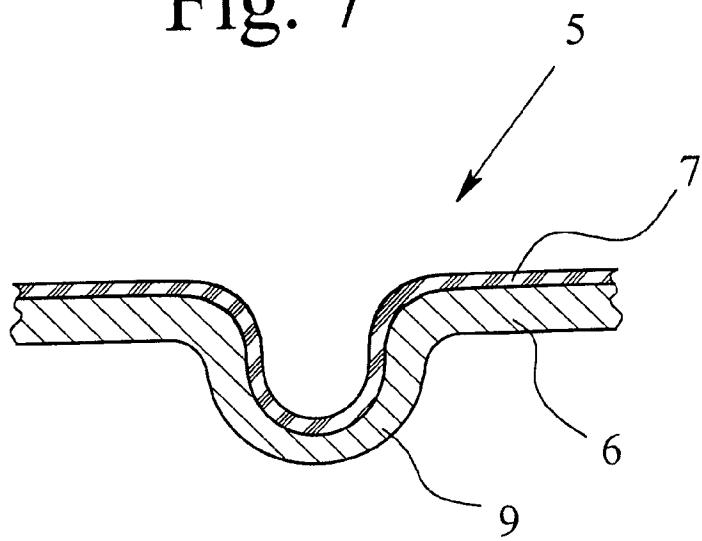


Fig. 8

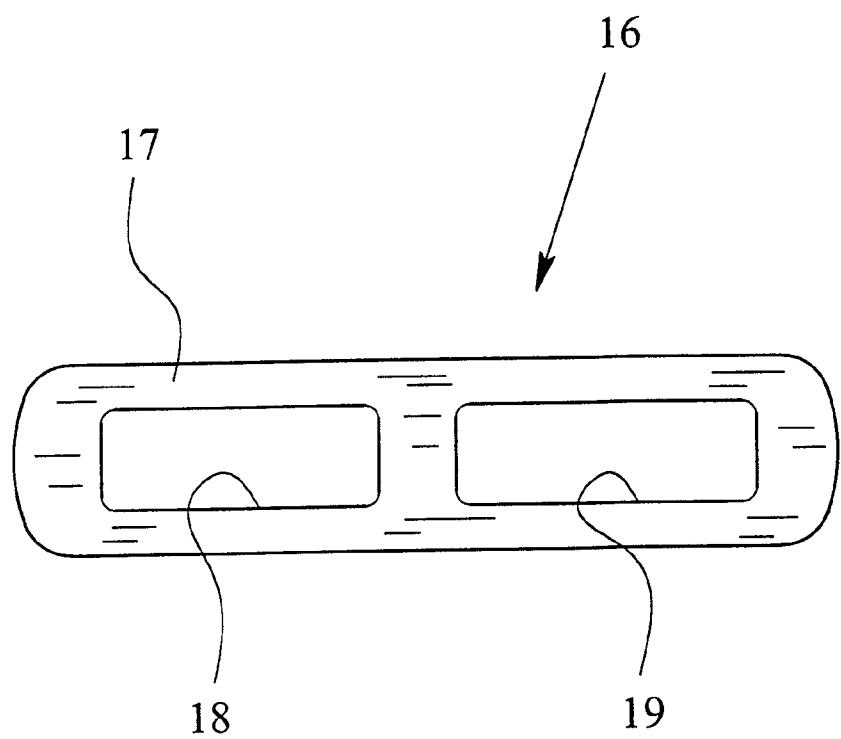


Fig. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
Fuji/EP 99/03832

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 6 B62D29/00 B62D25/04 C22C1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 797 873 A (COOK) 19 March 1974 (1974-03-19) column 2, line 37 - line 48; figures ---	1,2,5
Y	GB 2 295 993 A (FUJI JUKOGYO) 19 June 1996 (1996-06-19) page 8, paragraph 2 page 10, line 3 -page 11, line 3 ---	1,2,5
A	DE 196 48 164 A (KARMANN) 28 May 1998 (1998-05-28) cited in the application column 4, line 4 - line 50; figures 3,4 ---	1,3,4
A	DE 23 62 292 A (TECHNICAL OPERATIONS BASEL) 19 June 1975 (1975-06-19) claims 1-6; figure 1 ---	5  -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 October 1999

Date of mailing of the international search report

15/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krieger, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/03832

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 17 894 A (MEPURA) 27 November 1997 (1997-11-27) claims 1,3,5,13 ---	8
A	EP 0 460 392 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT) 11 December 1991 (1991-12-11) column 11, line 4 - line 15; claims 6,7 ---	1-3,7,8, 10
A	DE 196 51 197 A (DIETZSCHOLD ET AL.) 19 June 1997 (1997-06-19) abstract; figures ---	8,10
X	US 3 790 365 A (NIEBYLSKI ET AL.) 5 February 1974 (1974-02-05) column 8, line 37 - line 39 ---	11,12
X	WO 92 03582 A (ALCAN) 5 March 1992 (1992-03-05) page 1, line 3 - line 12 page 4, line 10 - line 14 page 4, line 33 - line 36 ---	11-13
P,X	EP 0 915 007 A (DAIMLERCHRYSLER) 12 May 1999 (1999-05-12) the whole document ---	11,13,14
A	US 3 873 392 A (NIEBYLSKI ET AL.) 25 March 1975 (1975-03-25) abstract column 2, line 7 - line 12 -----	11-14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/03832

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 3797873	A 19-03-1974	NONE		
GB 2295993	A 19-06-1996	JP 8164869 A	25-06-1996	
		DE 19546352 A	20-06-1996	
		US 5611568 A	18-03-1997	
DE 19648164	A 28-05-1998	EP 0844167 A	27-05-1998	
		JP 10175567 A	30-06-1998	
DE 2362292	A 19-06-1975	NONE		
DE 19717894	A 27-11-1997	NONE		
EP 460392	A 11-12-1991	DE 4018360 C	29-05-1991	
		DE 4101630 A	12-12-1991	
		AT 142135 T	15-09-1996	
		CA 2044120 A	09-12-1991	
		DE 59108133 D	10-10-1996	
		JP 2898437 B	02-06-1999	
		JP 4231403 A	20-08-1992	
		US 5151246 A	29-09-1992	
		DE 4124591 C	11-02-1993	
DE 19651197	A 19-06-1997	NONE		
US 3790365	A 05-02-1974	US 3847591 A	12-11-1974	
WO 9203582	A 05-03-1992	CA 2046814 A	12-01-1993	
		US 5112697 A	12-05-1992	
		AT 141108 T	15-08-1996	
		AU 8326791 A	17-03-1992	
		DE 69121242 D	12-09-1996	
		DE 69121242 T	23-01-1997	
		EP 0545957 A	16-06-1993	
		JP 6500359 T	13-01-1994	
		AU 6287690 A	08-04-1991	
		CA 2066421 A,C	07-03-1991	
		WO 9103578 A	21-03-1991	
		EP 0490918 A	24-06-1992	
		JP 5500391 T	28-01-1993	
EP 915007	A 12-05-1999	MX 172441 B	16-12-1993	
		US 5221324 A	22-06-1993	
US 3873392	A 25-03-1975	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

F 1 /EP 99/03832

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 B62D29/00 B62D25/04 C22C1/08

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B62D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>3</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 797 873 A (COOK) 19. März 1974 (1974-03-19) Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 48; Abbildungen ---	1, 2, 5
Y	GB 2 295 993 A (FUJI JUKOGYO) 19. Juni 1996 (1996-06-19) Seite 8, Absatz 2 Seite 10, Zeile 3 -Seite 11, Zeile 3 ---	1, 2, 5
A	DE 196 48 164 A (KARmann) 28. Mai 1998 (1998-05-28) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 50; Abbildungen 3, 4 ---	1, 3, 4
A	DE 23 62 292 A (TECHNICAL OPERATIONS BASEL) 19. Juni 1975 (1975-06-19) Ansprüche 1-6; Abbildung 1 ---	5
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "X" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolliert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Oktober 1999	15/10/1999
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Krieger, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

Fu./EP 99/03832

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 17 894 A (MEPURA) 27. November 1997 (1997-11-27) Ansprüche 1,3,5,13 ---	8
A	EP 0 460 392 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT) 11. Dezember 1991 (1991-12-11) Spalte 11, Zeile 4 - Zeile 15; Ansprüche 6,7 ---	1-3,7,8, 10
A	DE 196 51 197 A (DIETZSCHOLD ET AL.) 19. Juni 1997 (1997-06-19) Zusammenfassung; Abbildungen ---	8,10
X	US 3 790 365 A (NIEBYLSKI ET AL.) 5. Februar 1974 (1974-02-05) Spalte 8, Zeile 37 - Zeile 39 ---	11,12
X	WO 92 03582 A (ALCAN) 5. März 1992 (1992-03-05) Seite 1, Zeile 3 - Zeile 12 Seite 4, Zeile 10 - Zeile 14 Seite 4, Zeile 33 - Zeile 36 ---	11-13
P,X	EP 0 915 007 A (DAIMLERCHRYSLER) 12. Mai 1999 (1999-05-12) das ganze Dokument ---	11,13,14
A	US 3 873 392 A (NIEBYLSKI ET AL.) 25. März 1975 (1975-03-25) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 12 -----	11-14

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03832

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3797873 A	19-03-1974	KEINE		
GB 2295993 A	19-06-1996	JP 8164869 A		25-06-1996
		DE 19546352 A		20-06-1996
		US 5611568 A		18-03-1997
DE 19648164 A	28-05-1998	EP 0844167 A		27-05-1998
		JP 10175567 A		30-06-1998
DE 2362292 A	19-06-1975	KEINE		
DE 19717894 A	27-11-1997	KEINE		
EP 460392 A	11-12-1991	DE 4018360 C		29-05-1991
		DE 4101630 A		12-12-1991
		AT 142135 T		15-09-1996
		CA 2044120 A		09-12-1991
		DE 59108133 D		10-10-1996
		JP 2898437 B		02-06-1999
		JP 4231403 A		20-08-1992
		US 5151246 A		29-09-1992
		DE 4124591 C		11-02-1993
DE 19651197 A	19-06-1997	KEINE		
US 3790365 A	05-02-1974	US 3847591 A		12-11-1974
WO 9203582 A	05-03-1992	CA 2046814 A		12-01-1993
		US 5112697 A		12-05-1992
		AT 141108 T		15-08-1996
		AU 8326791 A		17-03-1992
		DE 69121242 D		12-09-1996
		DE 69121242 T		23-01-1997
		EP 0545957 A		16-06-1993
		JP 6500359 T		13-01-1994
		AU 6287690 A		08-04-1991
		CA 2066421 A, C		07-03-1991
		WO 9103578 A		21-03-1991
		EP 0490918 A		24-06-1992
		JP 5500391 T		28-01-1993
		MX 172441 B		16-12-1993
		US 5221324 A		22-06-1993
EP 915007 A	12-05-1999	DE 19749294 C		01-04-1999
		JP 11222155 A		17-08-1999
US 3873392 A	25-03-1975	KEINE		